

0941.66131

2 S.W. 4, 5/06/02
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Yokohata et al.

Serial No.

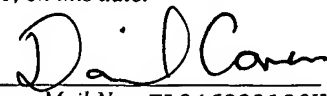
Filed: January 28, 2002

For: MAGNETIC DISK
EVALUATION APPARATUS

Art Unit:

I hereby certify that this paper is being deposited with the
United States Postal Service as EXPRESS MAIL in an
envelope addressed to: Assistant Commissioner for Patents,
Washington, D.C. 20231, on this date.

01/28/02
Date


Express Mail No. EL846223139US

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

Applicants claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119 on the
basis of the foreign application identified below:

Japanese Patent Application No. 2001-218130, filed July 18, 2001

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By



Patrick G. Burns
Registration No. 29,367

January 28, 2002

300 South Wacker Drive
Suite 2500
Chicago, Illinois 60606
Telephone: 312.360.0080
Facsimile: 312.360.9315

jc929 U.S. PTO
10/058947-
01/27/02

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

1c929 U.S. PTO
10/058947
01/27/02

This is to certify that the annexed is a true copy
of the following application as filed with this office.

Date of Application: July 18, 2001

Application Number: Japanese Patent Application
No. 2001-218130

Applicant(s) FUJITSU LIMITED

November 2, 2001

Commissioner,
Patent Office

Kouzo Oikawa (Seal)

Certificate No.2001-3096094

82,300,000
日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2001年 7月18日

出願番号
Application Number:

特願2001-218130

出願人
Applicant(s):

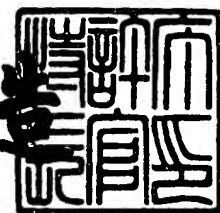
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年11月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3096094

【書類名】 特許願

【整理番号】 0151106

【提出日】 平成13年 7月18日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G11B 21/00

【発明の名称】 磁気ディスク評価装置

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 横畑 徹

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 笠松 祥治

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 百瀬 悟

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 山本 尚之

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100070150

 【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデン

プレイスタワー 3 2 階

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【電話番号】 03-5424-2511

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704678

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気ディスク評価装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転する磁気ディスクの表面上を移動可能とされ、前記磁気ディスクとの接触高さを検出するためのグライドハイト評価ヘッドと、前記グライドハイト評価ヘッドを支持するヘッド支持体とを含み、前記磁気ディスクの浮上保証量を評価する磁気ディスク評価装置であって、

前記グライドハイト評価ヘッドの空気流方向での全長を L としたとき、前記ヘッド支持体によるヘッド支持点が、空気流入端位置から空気流出端側に向かって $0.78L$ 以上となる位置に設定され、

前記グライドハイト評価ヘッドの浮上面と前記磁気ディスク表面とが成す角である浮上ピッチ角が 95 マイクロラジアン以上とされている、ことを特徴とする磁気ディスク評価装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の磁気ディスク評価装置において、

前記グライドハイト評価ヘッドは、前記ヘッド支持体により前記磁気ディスク側へ向け 3.5 gf 以上の負荷が供給されている、ことを特徴とする磁気ディスク評価装置。

【請求項 3】 回転する磁気ディスクの表面上を移動可能とされ、前記磁気ディスクとの接触高さを検出するためのグライドハイト評価ヘッドと、前記グライドハイト評価ヘッドを支持するヘッド支持体とを含み、前記磁気ディスクの浮上保証量を評価する磁気ディスク評価装置であって、

前記グライドハイト評価ヘッドの浮上面に、前記磁気ディスクの回転による空気流を利用して該グライドハイト評価ヘッドを前記磁気ディスク側に引く負圧を生じさせる負圧誘導形状が形成され、

前記浮上面と前記磁気ディスク表面とが成す角である浮上ピッチ角が 95 マイクロラジアン以上とされている、ことを特徴とする磁気ディスク評価装置。

【請求項 4】 請求項 1 から 3 のいずれかに記載の磁気ディスク評価装置において、

前記グライドハイト評価ヘッドと前記磁気ディスクとの間に生じる空気膜剛性

値が、 0.33 gf/nm 以上である、ことを特徴とする磁気ディスク評価装置

【請求項5】 潤滑剤が塗布された磁気ディスクを回転させながら、該磁気ディスクとの接触を検出する接触検出手段を備えたグライドハイト評価ヘッドを浮上させながら走査して、該磁気ディスクの評価を行う磁気ディスク評価装置であって、

前記接触検出手段の検出信号を、前記磁気ディスクの突起に前記グライドハイト評価ヘッドが接触したことに基づいて生じる第1の周波数帯に入る信号成分と、前記潤滑剤の突出部に前記グライドハイト評価ヘッドが接触したことに基づいて生じる第2の周波数帯に入る信号成分とに、分割する検出信号分割手段と、

前記検出信号分割手段に接続され、前記検出信号に前記第2の周波数帯のみに所定閾値を越える前記信号成分が含まれていることに基づいて、前記グライドハイト評価ヘッドが前記潤滑剤の突出部に接触したとの判定を実行する接触判定部とを含む、ことを特徴とする磁気ディスク評価装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、コンピュータの外部記憶装置等として使用される磁気ディスク装置に搭載される磁気ディスクの信頼性評価試験を行う磁気ディスク評価装置に関する。

【0002】

製品用に製造された磁気ディスクは、磁気ディスク装置に搭載される前に、所定の浮上保証高さを満たしているか、否かが評価（検査）される。そのために、磁気ディスク評価装置が使用される。近年の磁気ディスク装置の高記録密度化に伴い、グライドハイトも小さくなってきており、磁気ディスク評価装置で用いるグライドハイトヘッドへの性能要求は厳しくなっている。

【0003】

また、グライドハイトヘッドが磁気ディスクと接触した際に発する検出信号に基づいて行う磁気ディスクの評価については、より高精度に行うことが必要とな

っている。

【0004】

【従来の技術】

近年、磁気ディスク装置は高記録密度化、小型化が著しい。これに伴い、磁気ヘッドが磁気ディスク表面から浮上している高さとなる浮上量についても、ますます小さくしなければならない。このように浮上量を小さくするためには、磁気ディスク表面の表面粗さを小さくする必要がある。

【0005】

ところで、従来から現在に至るまで多く用いられているCSS方式では、磁気ディスクの停止時には磁気ヘッド浮上面と磁気ディスク面とが接触している。そして、磁気ディスクの回転に伴って生じる空気流の作用で磁気ヘッドが浮上する。このため、上記CSS方式では、前記のように磁気ディスクの表面粗さを小さくすると、磁気ディスクの停止時における磁気ヘッドの接触面と磁気ディスク面との間の接触面積が大きくなり、磁気ディスク装置の回転起動時に、磁気ヘッドと磁気ディスクとの間で吸着障害が生じて問題となる。この問題に対処するため、磁気ディスク表面にテクスチャ加工と称して、人工的に微細な凹凸を設ける処理が広く採用され、この手法により上記問題の発生を抑制している。

【0006】

上記のように、一方では磁気ヘッドの浮上量を小さくするために磁気ディスク表面の表面粗さを小さくすることへの要求があり、他方では磁気ディスク表面での吸着防止のために微細な凹凸を設けることへの要求がある。これらの要求各々を追求すると相反することになるので、両要求をバランスよく調整して磁気ディスクを設計することが必要となる。そのためには、製品として製造した磁気ディスクを正確に評価できる浮上保証評価を行う装置が必要となる。

【0007】

ここで、上記浮上保証評価の考え方を以下に簡単に述べる。磁気ディスク装置で使用する磁気ヘッドの浮上量よりも多少なりとも小さな浮上量で、グライドハイト評価用のヘッド（以下、グライドハイト評価ヘッド）を磁気ディスク面上に浮上させる。また、グライドハイト評価ヘッドと磁気ディスクとの間の接触を検

出するため piezo 素子等の接触検出センサを配設する。

【0008】

上記浮上保証評価の試験では、ある値以下ではグライドハイト評価ヘッドは磁気ディスク表面にある突起の一部と接触を引き起こすが、その値を越えるとグライドハイト評価ヘッドと磁気ディスクとの接触が決して引き起こされないような浮上量を特定することができる。このように、グライドハイト評価ヘッドが磁気ディスクと接触しない下限の高さとして特定された浮上量をグライドハイト (Gl i d e H e i g h t) という。このグライドハイトは磁気ディスクの浮上保証高さということになる。

【0009】

そして、実際の磁気ディスク装置では、このグライドハイトより僅かに大きい (高い) フライングハイトにより磁気ヘッドを浮上させるように設定する。よって、磁気ディスクのグライドハイトを目標値以下に抑えないと磁気ディスク装置の信頼性が損なわれることになる。

【0010】

前述した理由から、グライドハイトを評価するために用いるグライドハイト評価ヘッドは、磁気ヘッドより小さい浮上量で磁気ディスクの評価を行うため、より厳格な浮上性能が要求されることにもなる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述した磁気ディスク評価装置に関しては、以下に説明するような複数の問題がある。

【0012】

先ず第1の問題を説明する。近年、磁気ヘッドの浮上量はかなり小さくなっている。これよりも更に小さな浮上量となるグライドハイト評価ヘッドに関して、浮上の安定性が損なわれる事態が発生して大きな問題となってきている。このようにグライドハイト評価ヘッドの不安定浮上の問題が発生すると磁気ディスクの正確な評価を行えなくなる。この不安定浮上の問題が発生する原因については、現時点では明らかではないが、磁気ヘッドの場合に順じて考えると次のように推

測される。

【0013】

(1) 小さな浮上量で浮上するグライドハイト評価ヘッドの浮上面に、磁気ディスク面から、潤滑剤又はコンタミネーション（微小な汚れ分子）等が移着する。

【0014】

(2) 浮上面への移着量がある程度以上にまで増えると、グライドハイト評価ヘッドの浮上特性が変化し、浮上量が変化する。多くの場合は浮上量低下が引き起こされる。極端な場合は、グライドハイト評価ヘッドが磁気ディスク面上に墜落し、磁気ディスク面上を滑走する状態が引き起こされる。

【0015】

(3) また、何らかの原因で、グライドハイト評価ヘッドの浮上面の移着物を取り除かれると、元の（所定の）浮上量に戻り、再び安定浮上する。

【0016】

(4) 以上の(1)、(2)及び(3)の過程が不定期に繰り返される。このため、安定浮上を長く維持することが困難となる。

【0017】

上記推測によればグライドハイト評価ヘッドの浮上面への潤滑剤或いはコンタミネーション等の移着が、問題発生の主な原因であるということになる。しかしながら、実際に不安定浮上の問題が発生した場合に、グライドハイト評価ヘッドを変更するとその現われ方が異なる。よって、上述した不安定浮上の問題は上記推測のみで理解される程、単純ではないことが明らかとなった。

【0018】

次に、第2の問題について説明する。従来の磁気ディスク評価装置による試験では、磁気ディスク表面の異常突起の有無を判定することを主な目的としている。そのために、回転する磁気ディスクの表面上に、一定の浮上量（グライドハイト）で、突起との接触を検出するピエゾ素子等の接触検出センサを備えたグライドハイト評価ヘッドを浮上させ、磁気ディスク表面を走査して、磁気ディスク上にグライドハイト評価ヘッドと接触する高さの突起が存在するか、否かを判定し

ている。

【 0 0 1 9 】

ところが、前述したように磁気ヘッドの浮上量（フライングハイト）を減少させることが必要となってきた。その結果、磁気ディスク表面の突起ばかりでなく、磁気ディスク表面に塗布されている潤滑剤の塗布むらで生じた局所的な潤滑剤の突出部と磁気ヘッドとの接触が、新たな問題となりつつある。

【 0 0 2 0 】

よって、磁気ディスク評価装置により、塗布むらで生じた突起状の潤滑剤も検出することが必要となってきた。しかしながら、従来の磁気ディスク評価装置では、磁気ディスク表面の突起（固体）との接触を検出することを目的に構成されていたので、突出した潤滑剤（液体）との接触を検出することについては、これまでに知見が無く、当然に有効な試験法についての提案もなされていないのが現状である。

【 0 0 2 1 】

なお、従来の磁気ディスク評価においては、グライド評価ヘッドと磁気ディスク上の突起との接触を検出するために、観測対象とするグライド評価ヘッドの振動周波数を例えば 2 0 0 ～ 8 0 0 k H z 程度に設定していた。これは磁気ディスクの表面にある突起は固体であり、この固体突起に接触したグライド評価ヘッドは例えば 2 0 0 k H z より高い周波数で振動する傾向があるので、接触検出センサによる検出信号の中で 2 0 0 k H z より高い周波数の信号成分が所定閾値を越えた時に固体の突起との接触があったと判定するためである。また、2 0 0 k H z より低い周波数での振動はグライド評価ヘッド周辺の空気膜が振動した影響を受けたものであると想定して検出対象から除外していた。

【 0 0 2 2 】

本発明は上述した実状に鑑みてなされたものであり、第 1 の目的は安定浮上を維持できるグライドハイト評価ヘッドを備え正確な磁気ディスク評価を実現できる磁気ディスク評価装置に係る第 1 の発明を提供することである。また、第 2 の目的は従来においては対象となっていなかった磁気ディスク表面で突出した潤滑剤をも検出する機能を備えた磁気ディスク評価装置に係る第 2 の発明を提供する

ことである。

【0023】

【課題を解決するための手段】

上記第1の問題に対処するために、本発明者等はグライドハイト評価ヘッドの各種設計パラメタを変化させて詳細な調査を行って所定の知見を得た。すなわち、本願発明者等は、各種設計パラメタとしてグライドハイト評価ヘッドの浮上ピッチ角、その支持支点、支持体よりグライドハイト評価ヘッドへ供給される負荷、グライドハイト評価ヘッドの浮上面の形状、グライドハイト評価ヘッドと磁気ヘッド間の空気膜剛性値等の多くについて種々の検討を行い、グライドハイト評価ヘッドを安定浮上させる条件を見出して、下記第1の発明に至ったものである。

【0024】

したがって、上記第1の目的は、請求項1に記載の如く、回転する磁気ディスクの表面上を移動可能とされ、前記磁気ディスクとの接触高さを検出するためのグライドハイト評価ヘッドと、前記グライドハイト評価ヘッドを支持するヘッド支持体とを含み、前記磁気ディスクの浮上保証量を評価する磁気ディスク評価装置であって、

前記グライドハイト評価ヘッドの空気流方向での全長を L としたとき、前記ヘッド支持体によるヘッド支持点が、空気流入端位置から空気流出端側に向かって $0.78L$ 以上となる位置に設定され、

前記グライドハイト評価ヘッドの浮上面と前記磁気ディスク表面とが成す角である浮上ピッチ角が 95 マイクロラジアン以上となっている磁気ディスク評価装置により達成される。

【0025】

そして、前記グライドハイト評価ヘッドは、前記ヘッド支持体により前記磁気ディスク側へ向け 3.5 g f 以上の負荷が供給されている状態に設定することが好ましい。

【0026】

また、上記第1の目的は、請求項3に記載の如く、回転する磁気ディスクの表

面上を移動可能とされ、前記磁気ディスクとの接触高さを検出するためのグライドハイト評価ヘッドと、前記グライドハイト評価ヘッドを支持するヘッド支持体とを含み、前記磁気ディスクの浮上保証量を評価する磁気ディスク評価装置であって、

前記グライドハイト評価ヘッドの浮上面に、前記磁気ディスクの回転による空気流を利用して該グライドハイト評価ヘッドを前記磁気ディスク側に引く負圧を生じさせる負圧誘導形状が形成され、

前記浮上面と前記磁気ディスク表面とが成す角である浮上ピッチ角が95マイクロラジアン以上とされている、磁気ディスク評価装置によっても達成することができる。

【0027】

そして、上記第1の発明は、前記グライドハイト評価ヘッドと前記磁気ディスクとの間に生じる空気膜剛性値から見て、 0.33 gf/nm 以上となるように設計すると前述したグライドハイト評価ヘッドの不安定浮上の問題発生を抑制することができる構成であるとも捉えることができる。

【0028】

上記第1の発明により、グライドハイト評価ヘッドの浮上量を小さくした場合でも不安定浮上の問題発生を抑制することができるので、磁気ディスクを精度よく評価できる磁気ディスク評価装置を提供できる。その結果、信頼性の高い磁気ディスクを安定して供給することが可能となり、信頼性の高い磁気記録装置をより安価に消費者に提供することも可能ともなる。

【0029】

なお、前記グライドハイト評価ヘッドの浮上面の少なくとも一部が、アモルファスカーボン、ダイヤモンドライクカーボン、水素添加ダイヤモンドライクカーボン及び窒素添加ダイヤモンドライクカーボンよりなる群から選択された保護材料により被覆することがより好ましい。この保護材料による被膜は、少なくとも一部がフッ素化処理されていることがさらに好ましい。

【0030】

前記保護材料による被膜の一部に磁気ディスク側に突出している突起が形成さ

れていると、グライドハイト評価ヘッドが磁気ディスクに接触した後に安定状態に早期に復帰できるようになる。

【 0 0 3 1 】

つぎに、上記第 2 の問題に対処するために、本発明者等はグライドハイト評価ヘッドが振動することに関して詳細な検討を行った。その結果、従来において空気膜振動であるとして除外していた信号成分には、グライドハイト評価ヘッドが突出した潤滑剤に接触した場合も含まれていることを見出して、本第 2 の発明に至ったものである。

【 0 0 3 2 】

すなわち、本第 2 の発明は磁気ディスク上の固体突起にグライドハイト評価ヘッドが接触した場合にはある程度高い周波数となり、突出状態となっている液体の潤滑剤に評価ヘッドが接触した場合にはこれと比較して低い周波数となることに着目して成されたものである。例えば、グライド評価ヘッドが何かに接触した際に発された検出信号を 2 0 0 k H z 未満の帯域と 2 0 0 k H z 以上の帯域とに分割し、別個に観測対象とすることにより、グライド評価ヘッドと磁気ディスク上の潤滑剤との接触を検出可能としたものである。

【 0 0 3 3 】

すなわち、上記第 2 の目的は、請求項 5 に記載の如く、潤滑剤が塗布された磁気ディスクを回転させながら、該磁気ディスクとの接触を検出する接触検出手段を備えたグライドハイト評価ヘッドを浮上させながら走査して、該磁気ディスクの評価を行う磁気ディスク評価装置であって、

前記接触検出手段の検出信号を、前記磁気ディスクの突起に前記グライドハイト評価ヘッドが接触したことに基づいて生じる第 1 の周波数帯に入る信号成分と、前記潤滑剤の突出部に前記グライドハイト評価ヘッドが接触したことに基づいて生じる第 2 の周波数帯に入る信号成分とに、分割する検出信号分割手段と、

前記検出信号分割手段に接続され、前記検出信号に前記第 2 の周波数帯のみに所定閾値を越える前記信号成分が含まれていることに基づいて、前記グライドハイト評価ヘッドが前記潤滑剤の突出部に接触したとの判定を実行する接触判定部とを含む磁気ディスク評価装置により達成される。

【 0 0 3 4 】

上記第 2 の発明によると、これまで得ることができなかった磁気ディスク表面に塗布された潤滑剤の突出高さに関する情報を得ることができ、また、その程度が磁気ディスク装置の動作に悪影響を及ぼすものであるか予想することも可能となる。

【 0 0 3 5 】

上記第 2 の発明に関して、前記接触判定部は、少なくとも前記第 1 の周波数帯に所定閾値を越える信号成分が含まれていることに基づいて前記グライドハイト評価ヘッドが前記磁気ディスクの突起に接触したとの判定も実行することとすれば、磁気ディスクの突起及び潤滑剤の突出部を各々検出できる磁気ディスク評価装置とすることができる。

【 0 0 3 6 】

また、上記第 2 の発明に関して、前記第 1 の周波数帯と前記第 2 の周波数帯とは、前記グライドハイト評価ヘッドの形状に応じて、100～500kHzから選択され特定された境界周波数の前後に設定することができる。

【 0 0 3 7 】

前述したように、固体である磁気ディスクの突起に、グライドハイト評価ヘッドが接触したときには比較的高い周波数で振動する傾向にある。よって、例えば200kHzを境界周波数とし、その前後を、グライドハイト評価ヘッドが磁気ディスクの突起に接触したことに基づいて生じた信号成分が属する第 1 の周波数帯と、グライドハイト評価ヘッドが潤滑剤の突出部に接触したことに基づいて生じた信号成分が属する第 2 の周波数帯とに分割できる。

【 0 0 3 8 】

ところで、磁気ディスク評価装置で用いられるグライドハイト評価ヘッドには種々の形状があり、また将来においてはグライドハイト評価ヘッドがより小型化するものと想定される。よって、前記境界周波数は200kHzに限定されるものではなく、設計したグライドハイト評価ヘッドの形状に応じて100～500kHzから適宜選択される。

【 0 0 3 9 】

【発明の実施の形態】

図面に基づいて実施例を説明する。以下の第 1 実施例から第 4 実施例は前述した第 1 の発明に関連して例示するものである。また、第 5 実施例は前述した第 2 の発明に関連して例示するものである。

【0040】

(第 1 実施例)

図 1 から図 4 を参照して、第 1 実施例の磁気ディスク評価装置について説明する。図 1 は、磁気ディスク評価装置 10 のグライドハイト評価ヘッド（以下、単に評価ヘッドとする）20 と磁気ディスク 11 の周辺を示した図である。

【0041】

図 1 において、磁気ディスク 11 は矢印 X で示される方向に所定回転数で回転されるようになっている。評価ヘッド 20 は、この磁気ディスク 11 の上面に接近し、対向した状態で磁気ディスク 11 のグライドハイトを評価する。この評価ヘッド 20 は、図示せぬ装置本体側から延出し、矢印 Y 方向に回動可能なバネ性の支持部材（以下、サスペンションという）12 の先端部に固定されている。この固定部分についてより詳細に説明すると、サスペンション 12 の先端部の一部が切欠かれて舌片 13 が形成されている。この舌片 13 に設けた支持点 13A の下側に評価ヘッド 20 が固定されている。

【0042】

上記サスペンション 12 は基部 12A とアーム部 12B とに成形したバネ材で形成されている。この基部 12A とアーム部 12B とは所定の曲げ角度 AN をもって成形され、評価ヘッド 20 を磁気ディスク 11 側へ押下するような負荷を生じさせる構成となっている。曲げ角度 AN を変更することで評価ヘッド 20 へのバネ圧 (gf) としての負荷を調整できるようになっている。

【0043】

図 2 (A) 及び (B) は、図 1 で示した評価ヘッド 20 を拡大して示した図である。図 2 (A) は評価ヘッド 20 を磁気ディスク 11 側から見た浮上面を示した図、図 2 (B) は評価ヘッド 20 を磁気ディスク 11 を下にして側面から見た図である。

【 0 0 4 4 】

図 2 (A) 及び (B) を参照して評価ヘッド 2 0 の概形を説明する。評価ヘッド 2 0 の後端部には、磁気ディスク 1 1 が X 方向へ回転したことにより発生する空気流を受け入れ易くするようにテーパ 2 5 が形成され、また両側部には中央より高く形成したレール 2 1、2 2 を備えるヘッドスライダである。

【 0 0 4 5 】

また、評価ヘッド 2 0 は支持点 2 4 で前述したサスペンション 1 2 の支持点 1 3 A に固定されている。図 2 (A) 及び (B) ではこの支持点 2 4 の位置を×印で示している。

【 0 0 4 6 】

本実施例では、上記支持点 2 4 は、図 2 (A) に示すように、評価ヘッド 2 0 の全長 L に対し、空気流入端から $0.8L \pm 0.02L$ の位置に設定されている。このような配置とすることにより、グライドハイト評価条件における同ヘッド 2 0 の浮上ピッチ角を $100 \mu\text{rad}$ (ラジアン) 程度またはそれ以上とすることができる。ここで、浮上ピッチ角 α は、図 2 (A) に示すように、評価ヘッド 2 0 の浮上面と磁気ディスク 1 1 表面とが成す角である。

【 0 0 4 7 】

ところで、本発明者等は、上記浮上ピッチ角を少なくとも $95 \mu\text{rad}$ 以上、好ましくは $100 \mu\text{rad}$ 以上に設計することが、評価ヘッド 2 0 の安定浮上に効果的であることを確認している。そのための構成として、上記支持点 2 4 が評価ヘッド 2 0 の全長 L に対して $0.78L$ 以上の位置にあるように設定することが有効であるとの知見を得ている。

【 0 0 4 8 】

本第 1 実施例で一例として支持点 2 4 の位置をほぼ $0.8L$ となるように設定する例を示している。しかしこれに限らず、支持点 2 4 の位置を $0.78L$ より空気流出端側とすることにより、評価ヘッド 2 0 の空気流入端部が、従来の評価ヘッドの場合と比較して、持上がった態勢 (浮上ピッチ角が $95 \mu\text{rad}$ 以上の状態) を形成できる。このような態勢が評価ヘッド 2 0 の安定浮上に効果を奏するのである。その詳細な理由については、この後の説明で明らかにする。

【 0 0 4 9 】

図 3 は、上記評価ヘッド 2 0 が不安定浮上する問題を発生させた率と、上記浮上ピッチ角 α との関係について示した図である。

【 0 0 5 0 】

なお、図 3 に示したデータの測定条件は次の通りである。磁気ディスク 1 1 の周速は同一とし、浮上量がほぼ同一となるような複数の評価ヘッド 2 0 を準備して測定した。サスペンション 1 2 により評価ヘッド 2 0 を磁気ディスク 1 1 側へ押下するバネ圧を 3 g f で一定とし、浮上ピッチ角 α を変更した。その際、磁気ディスク装置で使用する磁気ヘッドの浮上量よりも小さな所定の浮上量とし、各評価ヘッド 2 0 が磁気ディスク 1 1 面上に墜落する割合を調査して問題発生率とした。

【 0 0 5 1 】

図 3 により、上記浮上ピッチ角 α が、 $95 \mu \text{rad}$ (ラジアン) 以上、より確実には $100 \mu \text{rad}$ 以上となれば問題発生率がゼロとなることが確認できる。すなわち、浮上ピッチ角 α を $95 \mu \text{rad}$ とすることが評価ヘッド 2 0 を安定浮上させるために有効であり、そのためには評価ヘッド 2 0 の支持点 2 4 を全長 L に対して空気流入端から 0.78 L 以上の位置に設定すればよい。

【 0 0 5 2 】

次に、図 4 は、評価ヘッド 2 0 が不安定浮上の問題を発生させた率とサスペンション 1 2 のバネ圧 (g f) との関係について示した図である。本発明者等は、さらにサスペンション 1 2 から評価ヘッド 2 0 へ供給されるバネ圧についても検討を行い、評価ヘッド 2 0 の浮上安定に好ましいバネ圧を見出した。また、これに関連して評価ヘッド 2 0 と磁気ディスク 1 1 との間に形成される空気バネの強さについても知見を得た。

【 0 0 5 3 】

なお、図 4 に示したデータの測定条件は次の通りである。磁気ディスク 1 1 の周速は同一とし、浮上量及び浮上ピッチ角 α の両方がほぼ同一となるような複数の評価ヘッド 2 0 を準備して測定した。サスペンション 1 2 により評価ヘッド 2 0 を磁気ディスク 1 1 側へ押下するバネ圧を変更した。その際、バネ圧を大きく

するときには図2のレール21、22の幅を適宜広げて、浮上に必要な空気流が評価ヘッド20下に流入するように調整した。また、磁気ディスク装置で使用する磁気ヘッドの浮上量よりも小さな所定の浮上量とし、各評価ヘッド20が磁気ディスク11面上に墜落する割合を調査して問題発生率とした。

【0054】

この図4から、サスペンション12のバネ圧(gf)が大となる程、問題発生率が抑制される傾向にあることが確認できる。このような傾向が現われる理由を確認するため、バネ圧及び空気膜剛性値並びに問題発生率の関係をまとめて、下記の表1に示した。

【0055】

上記空気膜剛性値は、評価ヘッド20と磁気ディスク11との間に形成された空気バネの強さ(堅さ)を示す指針である。評価ヘッド20が浮上するということは、この空気バネが下から評価ヘッド20を押上げていると見ることができる。そして、評価ヘッド20はサスペンション12のバネ圧を受けているので、この上下のバネ圧が釣り合い状態にあるときに浮上状態が維持されることになる。

【0056】

そして、この浮上状態を維持するには、上のバネ圧が強くなったとき、下の空気バネもこれに応じて強くなるはずである。本発明者等はこのような観点から、空気膜剛性値を求めて検討を行った。

【0057】

なお、空気膜剛性値の単位は(gf/nm)であり磁気ディスク11の高さ方向でのバネ係数を示していると見ることができる。バネ係数が大きい程、強い(堅い)空気バネとなる。

【0058】

ここで、表1によると、バネ圧が大となるほど空気膜剛性値が大となっている。空気膜剛性値が大とは、評価ヘッド20と磁気ディスク11との間の空気バネが堅いということになる。よって、この空気膜剛性値に着目すると、この空気膜剛性値が大となるように評価ヘッド20の設計条件を定めると磁気ディスク11との接触が発生し難い構成となる。

【 0 0 5 9 】

ところで、図4に示すバネ圧 2.5 gf は、従来の磁気ディスク評価装置で採用していたバネ圧である。従来においては、設定するグライドハイトが大きいので不安浮上の問題は生じていなかった。ところが、本第1実施例の磁気ディスク評価装置では例えば 8 ~ 11 nm というグライドハイト値を設定する。このように小さいグライドハイトにして従来のバネ圧 2.5 gf を用いると 76 % もの問題発生率となり、全く実用に耐えないものとなる。

【 0 0 6 0 】

ところが、バネ圧 3.5 gf、5 gf とすると問題発生率が顕著に減少する。これについて検討すると、前述したように上側のバネ圧に応じて下の空気バネも強くなっており、これが評価ヘッド 20 の安定浮上に寄与していると推定できる。

【 0 0 6 1 】

よって、評価ヘッド 20 に下向きの負荷を供給するバネ圧に関しては、3.5 gf 以上となるように設定することが好ましく、より好ましくは 5 gf 以上に設定することが推奨される。また、空気膜剛性値の側から捉えると、0.33 gf / nm 以上となるように設定することが好ましく、0.40 gf / nm 以上に設定するのがより好ましいことになる。

【 0 0 6 2 】

【表 1】

表 1 : バネ圧と空気膜剛性値及び問題発生率の関係

バネ圧	問題発生率	空気膜剛性値
2.5 gf	76 %	0.22 gf / nm
3.5 gf	16 %	0.33 gf / nm
5 gf	6 %	0.40 gf / nm

浮上ピッチ角 α は、ほぼ一定

(第2実施例)

図 5 を参照して、第 2 実施例の磁気ディスク評価装置について説明する。但し、磁気ディスク評価装置としての基本構成は第 1 実施例の装置と同様であり、用いる評価ヘッド 3 0 に特徴があるのでヘッド部について説明する。

【 0 0 6 3 】

本第 2 実施例の評価ヘッド 3 0 の浮上面には、浮上面側に磁気ディスクの回転により発生した空気流を利用して負圧を生じさせる負圧誘導形状が形成されている。磁気ディスクの回転により負圧が発生すると、評価ヘッド 3 0 は前記磁気ディスク側に所定圧で吸引される状態となる。

【 0 0 6 4 】

このように構成すると、前記第 1 実施例の場合と比較して、評価ヘッド 3 0 の支持点 3 4 を中央部側に移動することが可能となり、またサスペンション（図示せず）によるバネ圧を弱くすることができる。すなわち、負圧誘導形状を有する本第 2 実施例の評価ヘッド 3 0 では、第 1 実施例の評価ヘッド 2 0 より穏やかな条件で、第 1 実施例の同様の効果を得ることができる構成となる。

【 0 0 6 5 】

図 5 により評価ヘッド 3 0 の概形を説明する。評価ヘッド 3 0 の浮上面には空気流 *A i r* が流入する側に屈曲部を設けた U 条の気流障害壁 3 1 が形成されている。この気流障害壁 3 1 の直線部分は、第 1 実施例のリール 2 1、2 2 と同様の機能を果たす *A B S* (*A i r B e a r i n g S u r f a c e*) 面である。

【 0 0 6 6 】

気流障害壁 3 1 の屈曲部の外周には約 $0.2 \mu\text{m}$ 下がって外平坦部 3 3 が形成され、気流障害壁 3 1 の内部には約 $2 \mu\text{m}$ 下がった内平坦部 3 2 が形成されている。

【 0 0 6 7 】

このような、負圧誘導型の形状が浮上面に形成されていると、磁気ディスクの回転により空気流 *A i r* が気流障害壁 3 1 の屈曲部を越えて流れ込むことで負圧が発生する負圧利用型ヘッドスライダの浮上面設計となる。

【 0 0 6 8 】

本実施例の評価ヘッド 3 0 の場合、サスペンション支持支点 3 4 の位置を空気

流端から 0.6 L 程度、バネ圧は 2 g f 程度としても、第 1 実施例で示した評価ヘッドの好ましい条件である、浮上ピッチ角が $95 \mu \text{rad}$ 以上及び空気膜剛性値が 0.33 g f / nm 以上を実現できる。

【0069】

そして、本第 2 実施例の負圧利用型の評価ヘッド 30 では次のような利点がある。

【0070】

(1) 上記バネ圧を小として、空気膜剛性値を大にすることができる。このようにすると、評価ヘッド 30 が磁気ディスク表面上に墜落して滑走したときには、評価ヘッド 30 には正圧と負圧のどちらも発生しない。そのため、評価ヘッド 30 と磁気ディスク間の接触力は弱いバネ圧のみとなる。よって、滑走状態での接触力を小さくすることができる。これにより、評価ヘッド 30 と磁気ディスクとの接触摺動をよりスムーズにすることができ、グライド検査中に問題が発生して評価ヘッドが磁気ディスク表面上に墜落した場合に、瞬間的に墜落姿勢から復帰して正常な浮上姿勢に戻る傾向を強めることができる。

【0071】

(2) 所望の空気膜剛性値の大きさに対し、バネ圧の大きさを小とすることができる。このため、サスペンションの曲げ角度 ΔN (図 1 参照) を小さくすることができる。そのため磁気ディスク評価装置側への制約を緩和することができ、余分な付加装置を省略することができる。

【0072】

(第 3 実施例)

図 6 を参照して、第 3 実施例の評価ヘッドについて説明する。

【0073】

本第 3 実施例は、浮上面側に形成される ABS 面に吸着抑制用の保護被膜を形成して前記第 1 及び第 2 実施例で示した評価ヘッドを改善する例である。ここでは、第 1 実施例で示した図 2 の評価ヘッド 20 を改善した評価ヘッド 40 について説明する。

【0074】

図 6 (A) は、第 3 実施例の評価ヘッド 4 0 の浮上面を示した図である。本第 3 実施例の特徴は、図 6 (A) で A B S 面となるレール 2 1、2 2 の各々の上に、カーボン材料を塗布して被膜 4 1、4 2 を形成した点である。

【 0 0 7 5 】

図 6 (B) に示すように、例えばダイヤモンドライクカーボン (D L C) 膜を 3 n m 程度の厚さでレール (例えば、 $A l_2 O_3 - T i C$ 材) 2 1、2 2 上を被覆する。

【 0 0 7 6 】

上記の様に形成した評価ヘッド 4 0 に第 1 実施例の場合と同様に、バネ圧 3 . 5 g f のサスペンション 1 2 と組合せて不安定浮上の問題が発生する率を調査した。その結果を下記表 2 に示す。D L C 被膜を施すと、これを施さない場合と比較して問題発生率が低減することが確認できる。

【 0 0 7 7 】

なお、本第 3 実施例において、被膜材料の D L C に替えてアモルファスカーボン、水素添加ダイヤモンドライクカーボン、窒素添加ダイヤモンドライクカーボン等を用いても同様の効果を得ることができる。

【 0 0 7 8 】

また、上記 D L C 膜 4 1、4 2 の表面をさらにフッ素化処理すると、吸着発生率がさらに抑制する方向に改善された。この結果についても下記表 2 に併せて示している。フッ素化処理の効果で、磁気ディスク表面に塗布されている潤滑剤の評価ヘッド 3 0 への移着を低減できるためと推測できる。

【 0 0 7 9 】

【表 2】

表 2 : 評価ヘッド浮上面の被覆による問題発生抑制効果

問題発生率 (バネ圧 : 3 . 5 g f)		
D L C なし	D L C 3 n m	D L C 3 n m + F 化処理
1 5 %	1 3 %	9 %

(第 4 実施例)

図 7 及び図 8 を参照して、第 4 実施例の評価ヘッドについて説明する。

【0080】

本第 4 実施例は、上記第 3 実施例の評価ヘッド 40 の改善を行ったものである。したがって、本実施例でも図 2 に示した第 1 実施例の評価ヘッド 20 が基本構成となる。

【0081】

図 7 は、第 4 実施例の評価ヘッド 50 の浮上面を示した図である。ここでは、符号 51、52 で示した DLC 被膜の各々に突起 54、56 が新たに形成された点に特徴がある。これら突起 54、56 を空気流出端近くに設けることにより磁気ディスク突起の位置が特定し易くなる。

【0082】

図 8 により、DLC からなる突起を設ける製造工程を説明する。突起材料である DLC 被膜を約 40 nm 程度の厚さに被覆し (図 8 A)、フォトマスク MAS とレジスト RES とを用いたフォトリソグラフィ技術 (図 8 B 及び C) と反応性イオンエッチング (図 8 D) により突起状の DLC を成形する。

【0083】

なお、上記突起形成時 (図 8 D) に、突起以外の部位 (平坦部分) にダイヤモンドライクカーボン被膜を 3 ~ 5 nm 程度残存させるような条件を選ぶと、第 3 実施例で述べた効果も併せて享受できる。

【0084】

本第 4 実施例で試作した評価ヘッド 50 に第 1 実施例の場合と同様に、バネ圧 3.5 gf のサスペンション 12 と組合せて不安定浮上の問題が発生する率を調査した。その結果を下記表 3 に示す。DLC 被膜に更に突起を形成すると、これを施さない場合と比較して問題発生率が 2 % 以上低減できることが確認できる。

【0085】

本実施例の評価ヘッド 50 は、突起を有することにより、摺動姿勢における接触面積が減少し、動摩擦力が低減する。グライドハイト評価中に問題が発生して評価ヘッド 50 が磁気ディスク表面上に墜落した場合に、浮上ピッチ角を負の方

向に向けようとするモーメントが小となる。その結果として、瞬間的に墜落姿勢から復帰して正常な浮上姿勢に戻る傾向を強める効果が現れるためと推定できる。

【 0 0 8 6 】

【表 3】

表 3 : DLC 被膜に突起を形成したことによる問題発生抑制効果

問題発生率 (バネ圧 : 3 . 5 g f)		
DLC なし	DLC 3 n m	DLC 3 n m + DLC 突起
1 5 %	1 3 %	1 1 %

なお、上記第 3 実施例及び第 4 実施例は、図 2 に示した第 1 実施例の評価ヘッド 2 0 を改善した例を示したが、第 2 実施例の評価ヘッド 3 0 に関して同様の改善を行うことができる。

【 0 0 8 7 】

(第 5 実施例)

さらに、第 2 の発明に係る第 5 実施例の磁気ディスク評価装置について説明する。図 9 は、第 2 の発明に係る第 5 実施例の磁気ディスク評価装置 1 0 0 の概要構成を示した図である。

【 0 0 8 8 】

図 9 において、磁気ディスク 1 0 1 はスピンドルモーター 1 0 2 に、クランプ 1 0 3 によって固定され、スピンドルモーター 1 0 2 を回転することによって矢印方法に回転する。この状態で磁気ディスク 1 0 2 上にグライドハイト評価ヘッド (以下、評価ヘッドとする) 1 0 4 を移動させると、磁気ディスク 1 0 1 の回転に伴う空気流によって、評価ヘッド 1 0 4 は磁気ディスク 1 0 1 表面から浮上する。このような状態で評価ヘッド 1 0 4 は、磁気ディスク 1 0 1 の上面全体に亘って、半径方向に走査される。

【 0 0 8 9 】

上記評価ヘッド 1 0 4 は、ヘッド支持アーム 1 0 5 によって支持されたサスペ

ンション 1 0 6 の先端に取り付けられている。図 9 中に、評価ヘッド 1 0 4 の周辺を一部拡大して示すように、この評価ヘッド 1 0 4 に接してその振動状態を検出する接触検出手段としての圧電素子 1 1 4 が配設されている。圧電素子 1 1 4 の信号出力は増幅器 1 0 7 に接続され増幅されてから、2 つのバンドパスフィルタ 1 0 8、1 0 8 に入力されて分割される。これらのバンドパスフィルタのうち 1 つは、通過帯域を 2 0 0 ~ 8 0 0 k H z とした第 1 の周波数帯、もう一方は通過帯域を 7 5 ~ 2 0 0 k H z とした第 2 の周波数帯とする。

【 0 0 9 0 】

上記 2 つのバンドパスフィルタ 1 0 8、1 0 8 を通過した検出信号は、接触判定部としての信号解析装置 1 0 9 に入力される。信号解析装置 1 0 9 では、通過帯域の異なる 2 つのバンドパスフィルタからの出力を処理し、グライドハイト評価ヘッド 1 0 4 の振動が、磁気ディスク上の固体の突起との接触によるものか、あるいは塗布むらで生じた潤滑剤の突出部との接触や空気膜によるものかを判定する機能を備えている。

【 0 0 9 1 】

ここで、圧電素子 1 1 4 の信号出力を、第 1 の周波数帯 2 0 0 ~ 8 0 0 k H z と、第 2 の周波数帯 7 5 ~ 2 0 0 k H z とに分割して、磁気ディスク 1 0 1 を評価できる根拠について説明する。

【 0 0 9 2 】

図 1 0 は、バンドパスフィルタの通過帯域を 7 5 ~ 8 0 0 k H z に設定し、磁気ディスク上に潤滑剤を塗布した場合及び潤滑剤を塗布しない場合の磁気ディスクを磁気ディスク評価装置で評価した場合の試験結果を示した図である。

【 0 0 9 3 】

図 1 0 (A) に示すのは、潤滑剤を塗布しない磁気ディスク上を浮上量 8 n m で評価ヘッドを走査したときの信号出力のスペクトルである。このスペクトルは、評価ヘッドを磁気ディスクと摺動させていない時の、バックグラウンドノイズと同等である。すなわち、このスペクトルは空気膜による共振がない評価ヘッドの状態が示されている。

【 0 0 9 4 】

そして、上記磁気ディスクの回転数を変化させて試験を行った結果、ここで用いた評価ヘッドの場合、磁気ディスクとの相対速度が 34 m/s 以上となったときに、評価ヘッドを浮上させている空気膜の共振に対応する共振が見られた。しかし、磁気ディスクとの相対速度が 34 m/s 未満の場合には、磁気ディスク表面の突起との接触が発生しない限り、グライドハイト評価ヘッドには空気膜の共振による振動が発生しないことが確認された。

【0095】

次に、同じ磁気ディスクに、平均膜厚が 1.2 nm であるように潤滑膜を塗布し、その上を浮上量 8 nm として評価ヘッドを走査したときの信号出力のスペクトルを図10 (B) に示した。この図10 (B) では $80 \sim 180 \text{ kHz}$ の帯域の信号成分が図10 (A) と比較して、大きくなっており、評価ヘッドが共振していることが示されている。この帯域の振動は、評価ヘッドを浮上させている空気膜の共振に相当するものである。

【0096】

図10 (A) に結果を示した試験と、図10 (B) に結果を示した試験において、異なっているのは、磁気ディスク上での潤滑剤の塗布の有無だけであるので、図10 (B) に表れた振動は評価ヘッドと潤滑剤との接触によって、評価ヘッドを浮上させている空気膜の共振が励起されたと推定できる。

【0097】

なお、本願発明者等は、この図10に示した試験で、潤滑剤による評価ヘッドの振動はその振動数が 200 kHz を越えないことも、試験により確認した。

【0098】

次に、潤滑剤を塗布しない磁気ディスク上で、軽微な接触が連続的に発生する状態になるまで、評価ヘッドの浮上量を減少させると、図10 (C) に示すスペクトルが得られた。

【0099】

図10 (C) では、 $100 \sim 190 \text{ kHz}$ の範囲に、空気膜の共振による評価ヘッドの振動が見られるほか、 350 kHz と 760 kHz を中心として、評価ヘッドの固有振動に対応する振動が確認できる。評価ヘッドと磁気ディスクとの

固体同士の接触により、評価ヘッドの固有振動が励起されているためである。

【0100】

以上の結果より、図10に例示した試験では、200kHz未満の周波数帯（第2の周波数帯）に振動が見られ、かつ200kHz以上の周波数帯（第1の周波数帯）に振動が見られない場合、評価ヘッドは磁気ディスク表面に突出した潤滑剤とのみ接触しており、磁気ディスク表面の突起とは接触していないものの判断ができることが分かる。

【0101】

さらに、少なくとも200kHz以上の周波数帯（第1の周波数帯）に振動が見られる場合には、評価ヘッドは磁気ヘッド表面の突起と接触しているとの判断を行うことができることも分かる。

【0102】

本第5実施例の磁気ディスク評価装置100は上述した点に基づいて、磁気ディスク表面に突出した潤滑剤と評価ヘッドが接触したか、否かを判定するものである。なお、本実施例では200kHzを境界周波数とした例を示すがこれに限定するものではなく、設計した評価ヘッドに応じて境界周波数を適宜設定する必要があること前述した通りである。

【0103】

（評価試験例）

次に、図9に示した第5実施例の磁気ディスク評価装置100を用い、平均膜厚1.2nmとなるように潤滑剤を塗布した磁気ディスク101上で、グライドハイト評価ヘッド104の浮上量を10nmとして磁気ディスク101の評価試験を行った。

【0104】

潤滑剤の突出部との接触を想定した第2の周波数帯に対応した通過帯域75～200kHzであるバンドパスフィルタ（以下、フィルタAと記す）と、磁気ディスク101の突起との接触を想定した第1の周波数帯に対応した通過帯域200～800kHzであるバンドパスフィルタ（以下、フィルタBと記す）とから、の出力は信号解析装置109により、二乗平均処理を行った上で、磁気ディス

クの各トラックにつき、一周分の平均値をそれぞれ求め、磁気ディスク 1 0 1 面当たり 2 0 トラックについて測定を行った。

【 0 1 0 5 】

また、信号解析装置 1 0 9 では、フィルタ A、B からの平均出力について、それぞれの閾値を 5 0 m V とし、これを越えたときに接触と判定するように設定した。そして、フィルタ A からの出力に基づいての接触との判定、フィルタ B からの出力に基づいて非接触との判定が出たトラックについて、潤滑剤のみとの接触ありとの判定を実行するように信号解析装置 1 0 9 を設計した。

【 0 1 0 6 】

本実施例の磁気ディスク評価装置 1 0 0 により磁気ディスク評価を行い、1 0 以上のトラックにおいて潤滑剤のみとの接触ありとの試験結果が出た磁気ディスク 1 0 枚（第 1 群）と、3 ～ 9 トラックにおいて潤滑剤のみとの接触ありとの試験結果が出た磁気ディスク 1 0 枚（第 2 群）、潤滑剤のみとの接触が見られたトラック数が 2 以下である磁気ディスク 1 0 枚（第 3 群）を準備した。

【 0 1 0 7 】

これらを、実際の磁気ディスク装置に搭載して、2 0 0 0 回連続して磁気ヘッドをシーク動作する試験を行った。その直後に、磁気ディスク全面に対して読出し試験を行った。用いた磁気ヘッドの平均浮上量は 1 8 n m であった。

【 0 1 0 8 】

その結果、上記第 1 群の磁気ディスクを用いた場合には 1 0 枚中 6 枚で磁気ヘッド振動による読取りエラーが発生した。また、第 2 群の磁気ディスクを用いた場合では 1 0 枚中 3 枚で磁気ヘッド振動による読取りエラーが発生した。しかし、第 3 群では、読取りエラーは発生しなかった。

【 0 1 0 9 】

第 1 群及び第 2 群の磁気ディスクを用いて読取りエラーが発生した磁気ヘッドには多量の潤滑剤が付着していた。よって、潤滑剤との接触が多く発生した磁気ヘッドでは振動が発生して、読取りエラーの原因となることが確認できる。

【 0 1 1 0 】

よって、本第 5 実施例の磁気ディスク評価装置により、これまで得ることがで

きなかった磁気ディスク表面に塗布された潤滑剤の突出高さに関する情報を得ることができ、また、その程度が磁気ディスク装置の動作に悪影響を及ぼすものであるかどうか判断することも可能となる。

【 0 1 1 1 】

この評価試験例では、磁気ディスク評価装置 1 0 0 で磁気ディスク上に突出した潤滑剤と評価ヘッドとの接触を検出する例を示したが、磁気ディスク評価装置 1 0 0 が従来の磁気ディスク評価装置と同様に磁気ディスク上の固体突起との接触を検出機能も備えていることは既述したとおりである。

【 0 1 1 2 】

なお、上記第 2 の発明に係る第 5 実施例の磁気ディスク評価装置の評価ヘッドとして、前述した第 1 の発明に係る第 1 ～ 4 実施例で示した評価ヘッドを適用すればより好ましい磁気ディスク評価装置として提供できることになる。

【 0 1 1 3 】

以上本発明の好ましい実施例について詳述したが、本発明は係る特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【 0 1 1 4 】

なお、以上の説明に関して更に以下の付記を開示する。

【 0 1 1 5 】

(付記 1) 回転する磁気ディスクの表面上を移動可能とされ、前記磁気ディスクとの接触高さを検出するためのグライドハイト評価ヘッドと、前記グライドハイト評価ヘッドを支持するヘッド支持体とを含み、前記磁気ディスクの浮上保証量を評価する磁気ディスク評価装置であって、

前記グライドハイト評価ヘッドの空気流方向での全長を L としたとき、前記ヘッド支持体によるヘッド支持点が、空気流入端位置から空気流出端側に向かって 0. 7 8 L 以上となる位置に設定され、

前記グライドハイト評価ヘッドの浮上面と前記磁気ディスク表面とが成す角である浮上ピッチ角が 9 5 マイクロラジアン以上とされている、ことを特徴とする磁気ディスク評価装置。

【 0 1 1 6 】

(付記 2) 付記 1 に記載の磁気ディスク評価装置において、

前記グライドハイト評価ヘッドは、前記ヘッド支持体により前記磁気ディスク側へ向け 3. 5 g f 以上の負荷が供給されている、ことを特徴とする磁気ディスク評価装置。

【 0 1 1 7 】

(付記 3) 回転する磁気ディスクの表面上を移動可能とされ、前記磁気ディスクとの接触高さを検出するためのグライドハイト評価ヘッドと、前記グライドハイト評価ヘッドを支持するヘッド支持体とを含み、前記磁気ディスクの浮上保証量を評価する磁気ディスク評価装置であって、

前記グライドハイト評価ヘッドの浮上面に、前記磁気ディスクの回転による空気流を利用して該グライドハイト評価ヘッドを前記磁気ディスク側に引く負圧を生じさせる負圧誘導形状が形成され、

前記浮上面と前記磁気ディスク表面とが成す角である浮上ピッチ角が 9 5 マイクロラジアン以上とされている、ことを特徴とする磁気ディスク評価装置。

【 0 1 1 8 】

(付記 4) 付記 1 から 3 のいずれかに記載の磁気ディスク評価装置において、

前記グライドハイト評価ヘッドと前記磁気ディスクとの間に生じる空気膜剛性値が、 0. 3 3 g f / n m 以上である、ことを特徴とする磁気ディスク評価装置。

【 0 1 1 9 】

(付記 5) 潤滑剤が塗布された磁気ディスクを回転させながら、該磁気ディスクとの接触を検出する接触検出手段を備えたグライドハイト評価ヘッドを浮上させながら走査して、該磁気ディスクの評価を行う磁気ディスク評価装置であって、

前記接触検出手段の検出信号を、前記磁気ディスクの突起に前記グライドハイト評価ヘッドが接触したことに基づいて生じる第 1 の周波数帯と、前記潤滑剤の突出部に前記グライドハイト評価ヘッドが接触したことに基づいて生じる第 2 の

周波数帯とに、分割する検出信号分割手段と、

前記検出信号分割手段に接続され、前記検出信号に前記第 2 の周波数帯のみに所定閾値を越える信号成分が含まれていることに基づいて、前記グライドハイト評価ヘッドが前記潤滑剤の突出部に接触したとの判定を実行する接触判定部とを含む、ことを特徴とする磁気ディスク評価装置。

【 0 1 2 0 】

(付記 6) 付記 1 ～ 4 のいずれかに記載の磁気ディスク評価装置において

前記グライドハイト評価ヘッドの浮上面の少なくとも一部が、アモルファスカーボン、ダイヤモンドライクカーボン、水素添加ダイヤモンドライクカーボン及び窒素添加ダイヤモンドライクカーボンよりなる群から選択された保護材料により被覆されている、ことを特徴とする磁気ディスク評価装置。

【 0 1 2 1 】

(付記 7) 付記 6 に記載の磁気ディスク評価装置において、

前記保護材料による被膜の少なくとも一部がフッ素化处理されている、ことを特徴とする磁気ディスク評価装置。

【 0 1 2 2 】

(付記 8) 付記 6 又は 7 に記載の磁気ディスク評価装置において、

前記保護材料による被膜の一部に磁気ディスク側に突出している突起が形成されている、ことを特徴とする磁気ディスク評価装置。

【 0 1 2 3 】

(付記 9) 付記 5 に記載の磁気ディスク評価装置において、

前記接触判定部は、少なくとも前記第 1 の周波数帯に所定閾値を越える成分が含まれていることに基づいて前記グライドハイト評価ヘッドが前記磁気ディスクの突起に接触したとの判定も実行する、ことを特徴とする磁気ディスク評価装置。

【 0 1 2 4 】

(付記 1 0) 付記 5 又は 9 に記載の磁気ディスク評価装置において、

前記第 1 の周波数帯と前記第 2 の周波数帯とは、前記グライドハイト評価ヘッ

ドの形状に応じて、100～500kHzから選択され特定された境界周波数の前後に設定されている、ことを特徴とする磁気ディスク評価装置。

【0125】

【発明の効果】

以上詳述したところから明らかなように、請求項1～4に記載の発明によればグライドハイト評価ヘッドの不安定浮上の問題発生を抑制した磁気ディスク評価装置を提供できる。その結果、信頼性の高い磁気ディスクを安定して供給することが可能となり、ひいては信頼性の高い磁気記録装置をより安価に消費者に提供することにもなる。

【0126】

また、請求項5記載の発明によれば、磁気ディスク表面に塗布された潤滑剤の突出高さに関する情報を得ることができ、また、その程度が磁気ディスク装置の動作に悪影響を及ぼすものであるか予想することも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1実施例の磁気ディスク評価装置の評価ヘッドと磁気ディスクの周辺を示した図である。

【図2】

(A)は評価ヘッドを磁気ディスク側から見た浮上面を示した図、図(B)は評価ヘッド2を磁気ディスクを下にして側面から見た図である。

【図3】

評価ヘッドが不安定浮上する問題を発生させた率と、浮上ピッチ角 α との関係について示した図である。

【図4】

評価ヘッドが不安定浮上の問題を発生させた率とサスペンションのバネ圧(gf)との関係について示した図である。

【図5】

第2実施例の評価ヘッドの浮上面を示した図である。

【図6】

(A) は第 3 実施例の評価ヘッドの浮上面を示した図である。(B) 同評価ヘッドの DLC 膜の状態を示した図である。

【図 7】

第 4 実施例の評価ヘッドの浮上面を示した図である。

【図 8】

(A) ~ (D) は、第 4 実施例の評価ヘッドの製造工程を示した図である。

【図 9】

第 5 実施例の磁気ディスク評価装置について示した図である。

【図 1 0】

磁気ディスク上に潤滑剤を塗布した場合及びしない場合で、磁気ディスク評価装置試験を行った結果について示した図である。

【符号の説明】

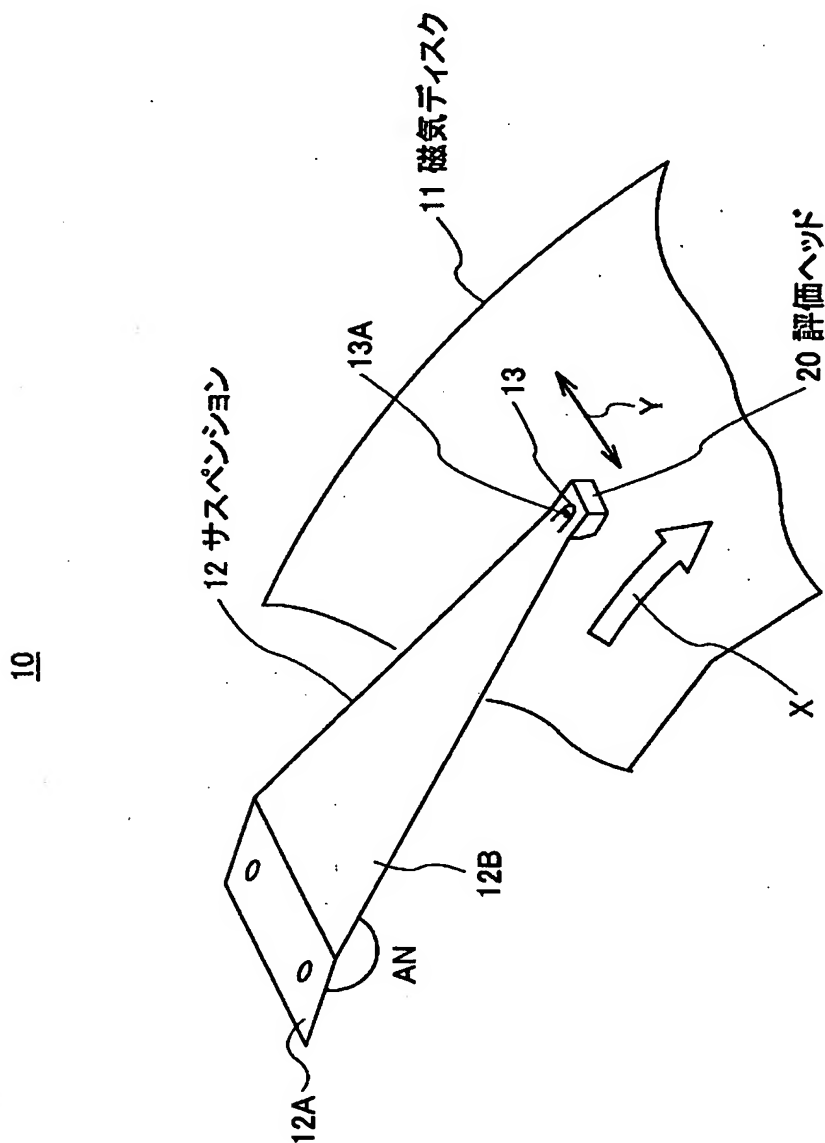
1 0	磁気ディスク評価装置
1 1	磁気ディスク
1 2	サスペンション (支持部材)
1 3	舌片
1 3 A	支持点
2 0	評価ヘッド (グライドハイト評価ヘッド)
2 1、2 2	レール
2 4	支持点
α	浮上ピッチ角
1 0 0	磁気ディスク評価装置
1 0 1	磁気ディスク
1 0 4	評価ヘッド (グライドハイト評価ヘッド)
1 0 8	バンドパスフィルタ (検出信号分割手段)
1 0 9	信号解析装置 (接触判定部)
1 1 4	圧電素子 (接触検出手段)

【書類名】

図面

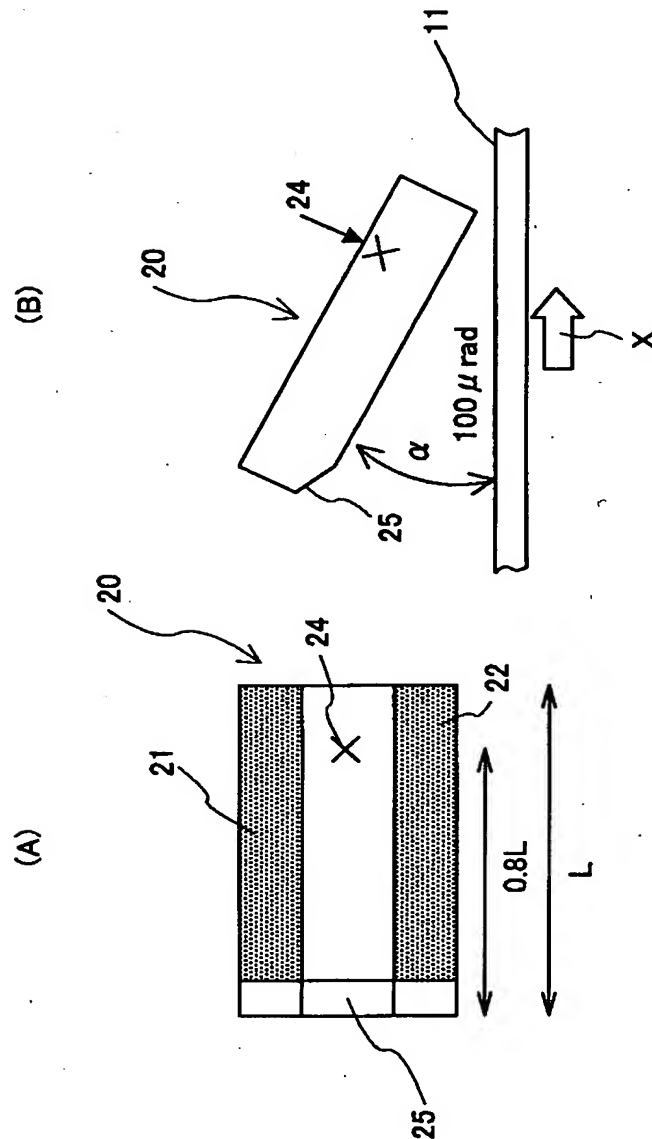
【図 1】

第1実施例の磁気ディスク評価装置の評価ヘッドと
磁気ディスクの周辺を示した図



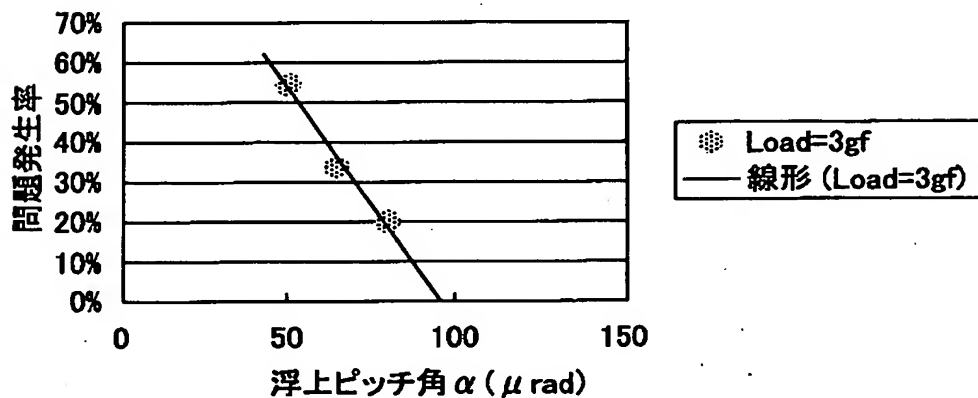
【図 2】

(A) は評価ヘッドを磁気ディスク側から見た浮上面を示した図、
(B) は評価ヘッド2を磁気ディスクを下にして側面から見た図



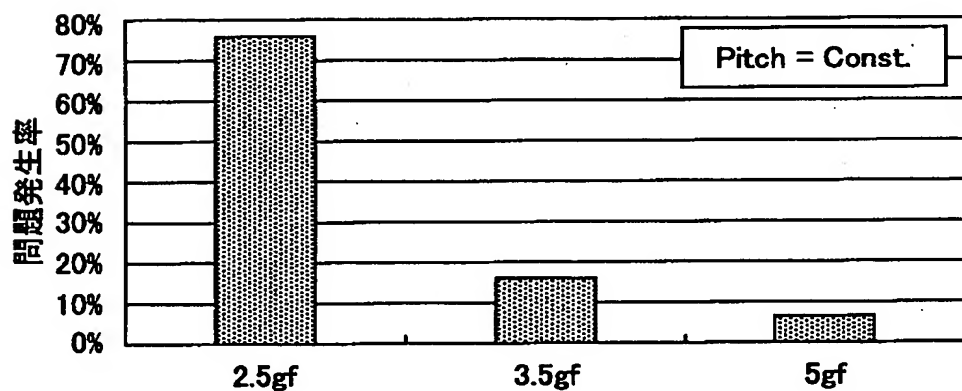
【図 3】

評価ヘッドが不安定浮上する問題を発生させた率と、
浮上ピッチ角 α との関係について示した図



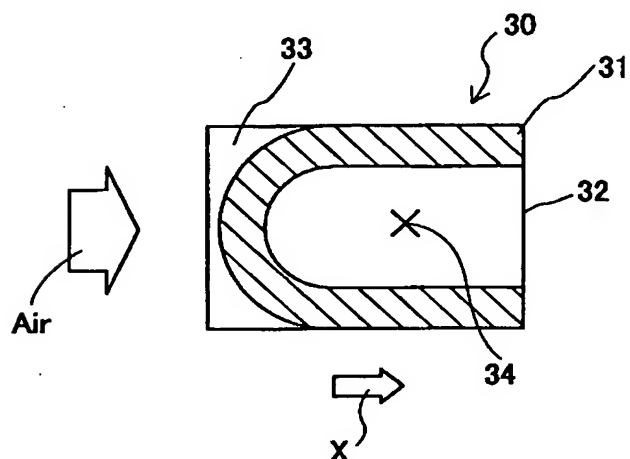
【図 4】

評価ヘッドが不安定浮上する問題を発生させた率と、
サスペンションのバネ圧(gf)との関係について示した図



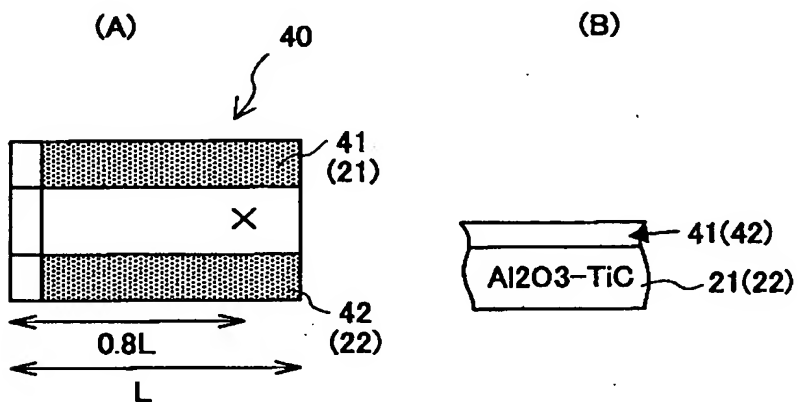
【図 5】

第2実施例の評価ヘッドの浮上面を示した図



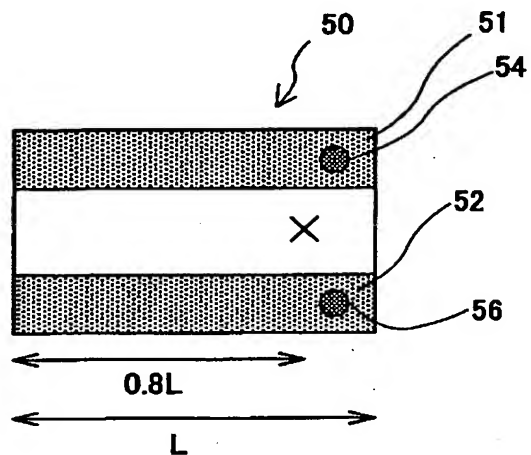
【図 6】

(A)は第3実施例の評価ヘッドの浮上面を示した図、
(B)は同評価ヘッドのDLC膜の状態を示した図



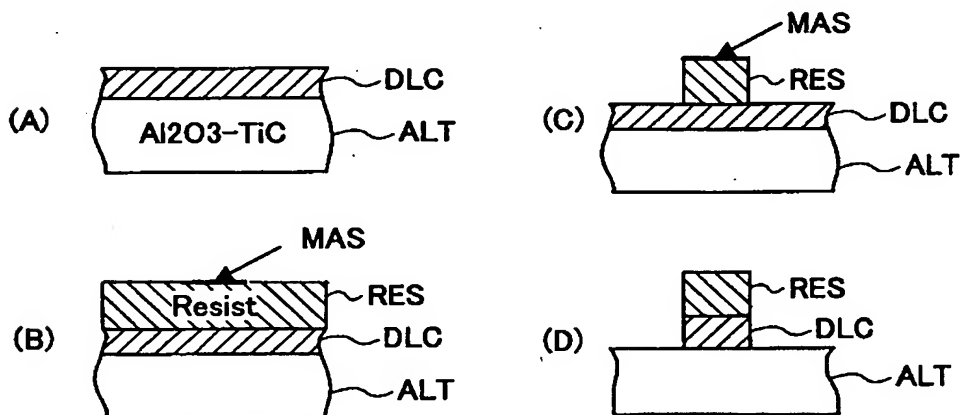
【図 7】

第4実施例の評価ヘッドの浮上面を示した図



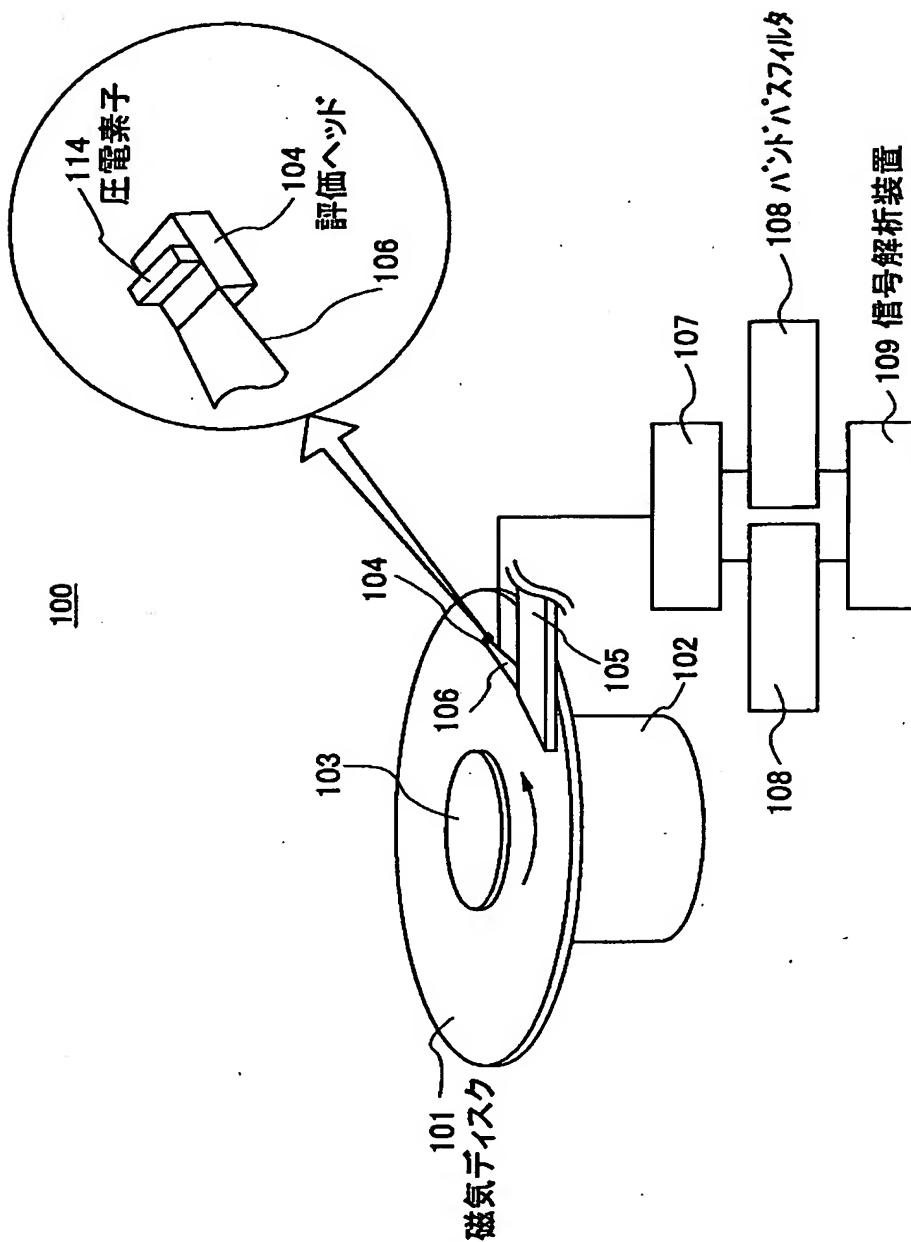
【図 8】

(A)～(D)は第4実施例の評価ヘッドの製造工程を示した図



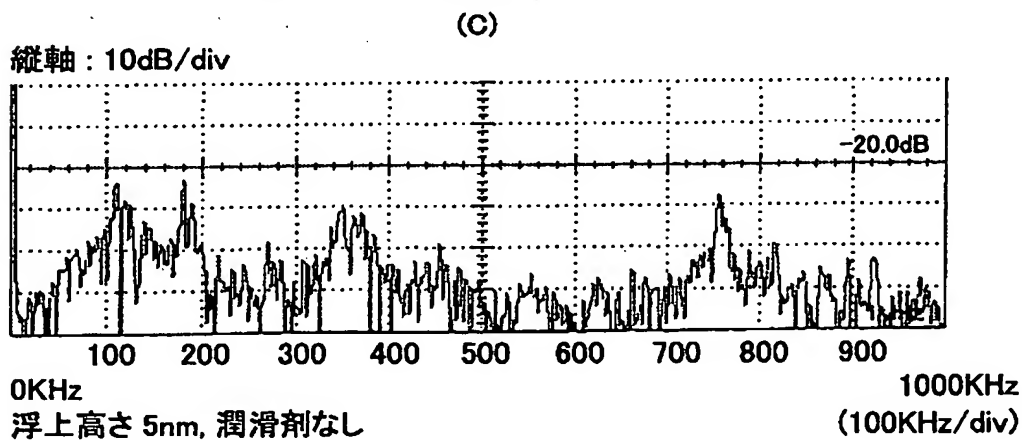
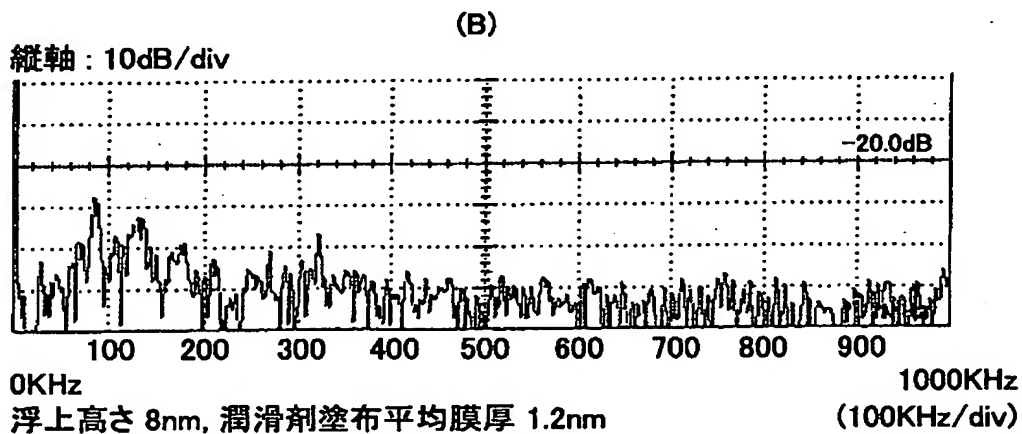
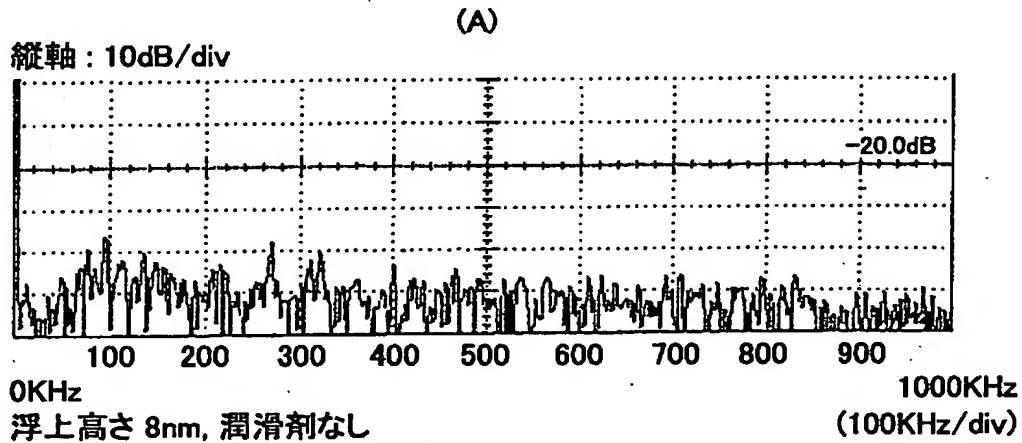
【図 9】

第5実施例の磁気ディスク評価装置について示した図



【図 10】

磁気ディスク上に潤滑剤を塗布した場合及びしない場合で、
磁気ディスク評価装置試験を行った結果について示した図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安定浮上を維持できるグライドハイト評価ヘッドを備え正確な磁気ディスク評価を実現できる磁気ディスク評価装置を提供する。

【解決手段】 回転する磁気ディスクの表面上を移動可能とされ、前記磁気ディスクとの接触高さを検出するためのグライドハイト評価ヘッドと、前記グライドハイト評価ヘッドを支持するヘッド支持体とを含み、前記磁気ディスクの浮上保証量を評価する磁気ディスク評価装置であって、前記グライドハイト評価ヘッドの空気流方向での全長を L としたとき、前記ヘッド支持体によるヘッド支持点が、空気流入端位置から空気流出端側に向かって $0.78L$ 以上となる位置に設定され、前記グライドハイト評価ヘッドの浮上面と前記磁気ディスク表面とが成す角である浮上ピッチ角 α が 95 マイクロラジアン以上とされている。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社